

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-152536

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H04N 1/60

G06T 1/00

H04N 1/46

(21)Application number : 2000-346687

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 14.11.2000

(72)Inventor : TAGUCHI TOMOKO
HASEGAWA NORIKO

(54) APPARATUS AND METHOD FOR PROCESSING IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and a method for processing an image capable of acquiring visually preferred color reproduction by simply correcting hue distortions in the color spaces of an input side and an output side.

SOLUTION: The method for processing the image comprises the steps of converting a color signal in the color space of the input side into a first intermediate color signal in an apparatus non-depending color space in which a distortion of the hue in the color space of the input side is removed by an input side color signal corrector 1 when the signal of the input side color space is input. The method further comprises the steps of processing to regulate the hue or to correct a lightness direction for the first intermediate color signal by an intermediate color reproducing area corrector 3, then gamut mapping the signal, and converting the signal into a second intermediate color signal. Further, the method also comprises the steps of converting the second signal into a color signal of the color space of the output side by considering a distortion of the hue in the color space of the output side by the corrector 3. Thus, the color of the color space of the input side is satisfactorily reproduced in the color space of the output side. Color mixing of a pure color is prevented, and a visually preferred color reproduction is executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-152536

(P2002-152536A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコト [*] (参考)
H 0 4 N 1/60		G 0 6 T 1/00	5 1 0 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 1 0	H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 7 7
H 0 4 N 1/46		1/46	Z 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-346687 (P2000-346687)

(22) 出願日 平成12年11月14日 (2000.11.14)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 田口 智子

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 長谷川 典子

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 100101948

弁理士 柳澤 正夫

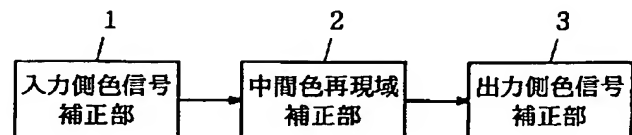
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 簡易に入力側の色空間及び出力側の色空間の色相ひずみを補正し、視覚的に好ましい色再現が得られる画像処理装置及び画像処理方法を提供する。

【解決手段】 入力側色空間における色信号が入力されると、入力側色信号補正部1において、入力側色空間における色相のひずみが除去された装置非依存色空間における第1の中間色信号に変換する。そして、その第1の中間色信号に対して、中間色再現域補正部2において色相調整や明度方向の補正処理を行った後にガマットマッピング処理を行って、第2の中間色信号に変換する。さらに出力側色信号補正部3において、第2の中間色信号について、出力側色空間における色相のひずみを考慮して、出力側色空間における色信号に変換する。これによって、入力側色空間の色を出力側色空間で良好に再現するとともに、純色に対する混色を防止して視覚的に好ましい色再現を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力側装置に依存する色空間である入力側色空間における色信号を、出力側装置に依存する色空間である出力側色空間における色信号に変換する画像処理装置において、前記入力側色空間における線形な色信号が前記入力側色空間及び前記出力側色空間のいずれにも変換可能な装置に依存しない色空間である装置非依存色空間において等色相となる方向に色相を移動した色信号となるように前記入力側色空間における色信号を前記装置非依存色空間における第 1 の中間色信号に変換する入力側色信号補正手段と、前記装置非依存色空間において前記第 1 の中間色信号が取り得る色範囲から前記出力側色空間で再現可能な色範囲へのマッピング処理により第 1 の中間色信号を第 2 の中間色信号に変換する中間色信号補正手段と、前記装置非依存色空間における等色相の色信号が前記出力側色空間における線形な色信号となる方向に色相を移動した色信号となるように前記装置非依存色空間における第 2 の色信号を前記出力側色空間における色信号に変換する出力側色信号補正手段を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記中間色信号補正手段は、前記第 1 の中間色信号の色相から前記第 2 の中間色信号の色相への色相調整と、前記第 1 の中間色信号が取り得る色範囲における明度調整とを行った後に、前記マッピング処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記入力側色信号補正手段は、前記入力側色空間における色信号を第 1 の中間色信号に変換する際に、変換前後で色信号の彩度を保存することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記入力側色信号補正手段は、前記入力側色空間における色信号と同じ信号値比率のうち最外郭にある信号値と白の信号値及び黒の信号値で形成される平面を前記装置非依存色空間上で記述した色相曲面と、前記最外郭にある信号値から算出される色相角と等色相の前記装置非依存色空間における色相平面とを対応付け、前記色相曲面から前記色相平面へ向かう方向の変換として前記入力側色空間における色信号から第 1 の中間色信号への変換を行うことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記出力側色信号補正手段は、前記装置非依存色空間における第 2 の中間色信号を前記出力側色空間における色信号に変換する際に、変換前後で色信号の彩度を保存することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記出力側色信号補正手段は、前記出力側色空間における色信号と同じ信号値比率のうち最外郭にある信号値と白の信号値及び黒の信号値で形成される平面を前記装置非依存色空間上で記述した色相曲面と、前記最外郭にある信号値から算出される色相角と等色相の前記装置非依存色空間における色相平面とを対応付

け、前記色相平面から前記色相曲面へ向かう方向の変換として前記装置非依存色空間における第 2 の中間色信号から前記出力側色空間における色信号への変換を行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記装置非依存色空間は、色の 3 属性を定義する色空間であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 入力側装置に依存する色空間である入力側色空間における色信号を、出力側装置に依存する色空間である出力側色空間における色信号に変換する画像処理方法において、前記入力側色空間における線形な色信号が前記入力側色空間及び前記出力側色空間のいずれにも変換可能な装置に依存しない色空間である装置非依存色空間において等色相となる方向に色相を移動した色信号となるように前記入力側色空間における色信号を前記装置非依存色空間における第 1 の中間色信号に変換し、前記装置非依存色空間において前記第 1 の中間色信号が取り得る色範囲から前記出力側色空間で再現可能な色範囲へのマッピング処理により第 1 の中間色信号を第 2 の中間色信号に変換し、前記装置非依存色空間における等色相の色信号が前記出力側色空間における線形な色信号となる方向に色相を移動した色信号となるように前記装置非依存色空間における第 2 の色信号を前記出力側色空間における色信号に変換することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】 前記装置非依存色空間において第 1 の中間色信号を第 2 の中間色信号に変換する際に、前記第 1 の中間色信号の色相から前記第 2 の中間色信号の色相への色相調整と、前記第 1 の中間色信号が取り得る色範囲における明度調整とを行った後に、前記マッピング処理を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 10】 前記入力側色空間における色信号を前記装置非依存色空間における第 1 の中間色信号に変換する際に、変換前後で色信号の彩度を保存することを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の画像処理方法。

【請求項 11】 前記入力側色空間における色信号を前記装置非依存色空間における第 1 の中間色信号に変換する際に、前記入力側色空間における色信号と同じ信号値比率のうち最外郭にある信号値と白の信号値及び黒の信号値で形成される平面を前記装置非依存色空間上で記述した色相曲面と、前記最外郭にある信号値から算出される色相角と等色相の前記装置非依存色空間における色相平面とを対応付け、前記色相曲面から前記色相平面へ向かう方向の変換として前記入力側色空間における色信号から前記装置非依存色空間における第 1 の中間色信号への変換を行うことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 または請求項 10 に記載の画像処理方法。

【請求項 12】 前記装置非依存色空間における第 2 の

中間色信号を前記出力側色空間における色信号に変換する際に、変換前後で色信号の彩度を保存することを特徴とする請求項8または請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項13】 前記装置非依存色空間における第2の中間色信号を前記出力側色空間における色信号に変換する際に、前記出力側色空間における色信号と同じ信号値比率のうち最外郭にある信号値と白の信号値及び黒の信号値で形成される平面を前記装置非依存色空間上で記述した色相曲面と、前記最外郭にある信号値から算出される色相角と等色相の前記装置非依存色空間における色相平面とを対応付け、前記色相平面から前記色相曲面へ向かう方向の変換として前記装置非依存色空間における第2の中間色信号から前記出力側色空間における色信号への変換を行うことを特徴とする請求項8または請求項9または請求項12に記載の画像処理方法。

【請求項14】 前記装置非依存色空間は、色の3属性を定義する色空間であることを特徴とする請求項8ないし請求項13のいずれか1項に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力側装置を用いて作成された画像を出力側装置へ出力する際に色空間変換処理を行う画像処理装置及び画像処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えばカラーモニタを用いて作成した画像や、カラスキャナなどの画像入力装置を用いて読み取った画像等を、カラープリンタで印刷するなど各種の出力装置に出力することが頻繁に行われている。このとき、画像を作成したり画像を読み込む際に用いられる入力側の機器と、画像を印刷したり表示する際に用いられる出力側の機器では、それぞれの機器に依存した色特性を有しており、それぞれの入力側の機器における色を出力側の機器における色に変換する必要がある。

【0003】しかし、それぞれの機器においてはその装置に依存した色空間において作成された画像をそのまま色空間の変換のみを行って出力してしまうと、作成時の画像の色が再現されない。この要因の一つとして、入力側の機器に依存した色空間における色範囲と、出力側の機器に依存した色空間における色範囲とが異なることが挙げられる。以下、このような色範囲をガマットと呼ぶ。

【0004】入力側のガマット内の色信号値を、出力側のガマット内の色信号値に置き換える方法として、装置に依存しない色空間におけるガマットマッピングを行う方法が一般的に知られている。これは、入力側の色空間及び出力側の色空間のいずれにも変換可能な装置に依存しない色空間上で、入力側のガマットと出力側のガマットを記述し、入力側のガマットを出力側のガマットに必

要に応じて圧縮する方法である。通常は3次元対3次元での圧縮は困難なため、1つの次元（多くの場合は色相角）を固定し、2次元対2次元の圧縮を行っている。また、色相についても考慮するものとして、例えば特開2000-184222号公報に記載されているように、それぞれの色相に応じて、色相面を移動させる処理を追加した方法もある。

【0005】このような装置に依存しない色空間においてガマットマッピング処理を行う場合、いずれも、入力側の色空間及び出力側の色空間において等色相と考えられる色成分については、装置に依存しない色空間においても等色相であるものとして扱っている。しかし、例えば入力側の画像を生成したときに使用した装置がカラーモニタ（色空間RGB）、装置に依存しない色空間をCIE L a b色空間で考え、入力側の色空間で赤の強度を0～255まで連続的に変化させると、赤の強度変化だけであれば等色相のはずである。しかし、その色信号をCIE L a b色空間に単純に変換すると、その軌跡は曲線を描き、単一の色相角にはならない。このような色相のずれは、知覚的にも色相の変化として目立つ場合がある。

【0006】また、出力側装置としてカラープリンタ（色空間Y M C K）を用い、デバイス非依存色空間をCIE L a b色空間とした場合にも、CIE L a b色空間で色相角が同一の色がカラープリンタで出力されると色相のずれを生じてしまう。特に黄（Y）については、カラープリンタでは純色であり、多少の色相のずれが存在しても他の色による混色を招いてしまう。黄における混色は非常に目立ちやすく、上述のような色相のずれによって、ユーザが満足する色を得ることはできなかった。

【0007】上述のように装置に依存しない色空間を介して色変換を行うほか、入力側の色空間から出力側の色空間へ直接変換することも考えられる。しかし、それぞれの色空間におけるバラツキを抑えることができず、やはり色相のバラツキが目立つ結果となっていた。さらに、例えばRGB色空間からY M C K色空間への変換を直接行くと、RGB色空間では2次色の黄がY M C K色空間では純色になるため、上述の黄における混色が発生しやすいという問題がある。

【0008】上述のような色相のずれを補正してガマットマッピングを行うものとして、例えば特開2000-83177号公報に記載されている方法がある。しかしこの方法では処理が複雑であり、もっと簡易に色相のずれを含めたガマットマッピングを行う装置及び方法が待たれていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、簡易に入力側の色空間及び出力側の色空間における色相のひずみを補正し、視覚的に好ましい色再現が得られる画像処理装置及び画像処理

方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力側装置に依存する色空間である入力側色空間における色信号を、出力側装置に依存する色空間である出力側色空間における色信号に変換する際に、まず、入力側色空間における線形な色信号が入力側色空間及び出力側色空間のいずれにも変換可能な装置に依存しない色空間である装置非依存色空間において等色相となる方向に色相を移動した色信号となるように、入力側色空間における色信号を装置非依存色空間における第1の中間色信号に入力側色信号補正手段で変換する。これによって入力側の色空間における色相のひずみを適量だけ補正する。そして装置非依存色空間において、第1の中間色信号が取り得る色範囲から出力側色空間で再現可能な色範囲へのマッピング処理により第1の中間色信号を第2の中間色信号に中間色信号補正手段で変換する。さらに、装置非依存色空間における等色相の色信号が前記出力側色空間における線形な色信号となる方向に色相を移動した色信号となるように、装置非依存色空間における第2の色信号を出力側色空間における色信号に出力側色信号補正手段で変換する。これによって出力側の色空間における色相のひずみを適量だけ補正する。

【0011】このように、入力側色信号補正手段及び出力側色信号補正手段で入力側及び出力側の色相のひずみを補正するので、出力された画像は出力側装置において視覚的にも好ましい色再現が得られる。また、中間色信号補正手段では色相ひずみを考慮することなくガマットマッピング処理を行うことができるので、色相ひずみを考慮した複雑な処理は必要なく、従来から行われている程度の処理で対応することが可能である。

【0012】なお、中間色信号補正手段で第1の中間色信号を第2の中間色信号に変換する際には、第1の中間色信号の色相から第2の中間色信号の色相へ色相調整と、第1の中間色信号が取り得る色範囲における明度調整とを行った後に、ガマットマッピング処理を行うように構成するとよい。これによって、さらに色再現性を向上させることができる。

【0013】また、入力側色信号補正手段において入力側色空間における色信号を装置非依存色空間における第1の中間色信号に変換する際に、変換前後で色信号の彩度を保存するように構成することができる。さらに、入力側色信号補正手段において入力側色空間における色信号を装置非依存色空間における第1の中間色信号に変換する処理は、入力側色空間における色信号と同じ信号値比率のうち最外郭にある信号値と白の信号値及び黒の信号値で形成される平面を装置非依存色空間上で記述した色相曲面と、その最外郭にある信号値から算出される色相角と等色相の装置非依存色空間における色相平面とを対応付けることによって、色相曲面から色相平面へ向か

う方向の変換として、入力側色空間における色信号から第1の中間色信号への変換を行うことができる。

【0014】同様に、出力側色信号補正手段において装置非依存色空間における第2の中間色信号を出力側色空間における色信号に変換する際に、変換前後で色信号の彩度を保存するように構成することができる。さらに、出力側色信号補正手段において装置非依存色空間における第2の中間色信号を出力側色空間における色信号に変換する処理は、出力側色空間における色信号と同じ信号値比率のうち最外郭にある信号値と白の信号値及び黒の信号値で形成される平面を装置非依存色空間上で記述した色相曲面と、その最外郭にある信号値から算出される色相角と等色相の装置非依存色空間における色相平面とを対応付けることによって、色相平面から色相曲面へ向かう方向の変換として、装置非依存色空間における第2の中間色信号から出力側色空間における色信号への変換を行うことができる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態を示すブロック図である。図中、1は入力側色信号補正部、2は中間色再現域補正部、3は出力側色信号補正部である。入力側色信号補正部1は、例えばカラーモニタを用いて作成した画像や、カラーキャナなどの画像入力装置を用いて読み取った画像等、入力側装置に依存する色空間である入力側色空間における色信号を受け取り、入力側色空間及び後述する出力側色空間のいずれにも変換可能な装置に依存しない色空間である装置非依存色空間における第1の中間色信号への変換を行う。このとき、入力側色空間における線形な色信号が装置非依存色空間において等色相となる方向に色相を移動したの色信号となるように、入力側色空間における色信号を装置非依存色空間における第1の中間色信号に変換する。ここで、上述のような入力側装置における色相のひずみを適量だけ補正することになる。

【0016】中間色再現域補正部2は、入力側色信号補正部1から出力される第1の中間色信号に対して、装置非依存色空間において第1の中間色信号が取り得る色範囲から出力側色空間で再現可能な色範囲へのガマットマッピング処理を行って、第1の中間色信号を第2の中間色信号に変換する。また、ガマットマッピング処理に先立って、色相調整や明度調整などの処理を行っておくと、より良好なガマットマッピング処理を行うことができる。

【0017】出力側色信号補正部3は、中間色再現域補正部2で変換した装置非依存色空間における第2の中間色信号を、プリンタなどの各種の出力装置に依存した色空間である出力側色空間における色信号に変換する。このとき、装置非依存色空間における等色相の色信号が前記出力側色空間における線形な色信号となる方向に色相を移動した色信号となるように前記装置非依存色空間に

における第2の色信号を前記出力側色空間における色信号に変換する。

【0018】次に、上述の各構成について、具体的に説明してゆく。以下の説明では一例として、入力側色空間としてRGB色空間を、装置非依存色空間としてCIELab色空間を、出力側色空間としてYMCK色空間を、それぞれ想定する。図2は、入力側色信号補正部1における変換処理の一例の説明図である。図2(A)にはRGB色空間を示しており、原点が黒であり、R(赤)、G(緑)、B(青)の各軸から構成されている。それぞれの色成分が等割合の時にグレーとなり、全て最大値であるときに白となる。

【0019】ここで、例えば黒、白、それに赤(R)によって構成される三角形の面を考える。この面は、RGB色空間では色相は赤のはずであるが、この面内の色信号をCIELab色空間に変換すると、実際には等色相とはならない。例えば図2(A)において太線で示した赤から白までの色信号は、図2(A)から図2(B)にのびる矢印で示した先の破線のように、曲線となる。CIELab色空間では、等色相であれば原点から放射状に延びる実線のようになるはずであるが、実線と乖離している分だけ色相にひずみが生じていることがわかる。図2(B)では、このほかにも緑、青、黄、シアン、マゼンタの各色と白との間の色信号をCIELab色空間に変換した時の色信号を破線で示している。特に赤(R)と青(B)において色相のひずみが顕著である。

【0020】入力側色信号補正部1では、入力側色空間(ここではRGB色空間)における色信号から装置非依存色空間(ここではCIELab色空間)における色信号に変換する際に、このような色相のひずみを補正する。すなわち、RGB色空間において等色相となるはずの線形な色信号値について、CIELab色空間において等色相となる方向に変換する。視覚的には、図2(B)において破線で示した曲線と実線で示した直線の範囲内で、破線で示した曲線を補正する。実際には色空間は3次元であるので、曲面から平面へ向かう方向の補正を行うことになる。

【0021】図3は、入力側色信号補正部1で行う変換処理の一例の説明図である。予めS11において、入力側色空間(RGB色空間)において色信号が取り得る色範囲(RGBガマット)を、装置非依存色空間(CIELab色空間)上で定義しておく。以下、これを入力側ガマットと呼ぶ。

【0022】S12において、RGB色空間における色信号として(R_in , G_in , B_in)が入力されると、このRGB色空間における色信号をCIELab色空間における色信号(L^*_in , a^*_in , b^*_in)に変換する。

【0023】S13において、S12で変換したCIELab色空間における色信号(L^*_in , a^*_i

n , b^*_in)から、彩度 C^*_in を算出する。そして、S11で定義した入力側ガマットを、彩度 C^*_in と等彩度の円筒面で切断し、その切断面を等彩度曲面として定義しておく。

【0024】一方、S14において、入力されたRGB色空間における色信号として(R_in , G_in , B_in)と、同じ信号値比率(RGB色空間上で等色相)の信号値のうち、最外郭にある信号値(R_c , G_c , B_c)を算出する。この最外郭の信号値(R_c , G_c , B_c)は、図2(A)における直方体の表面に存在する色信号である。

【0025】S15において、RGB色空間上で、白(R , G , B) = (255, 255, 255)と黒(R , G , B) = (0, 0, 0)と、S14で求めた最外郭の信号値(R_c , G_c , B_c)で囲まれる三角形を、CIELab色空間上で定義する。この三角形の辺は、図2(B)でも説明したように曲線となり、三角形の面は曲面となる。これをRGB等色相曲面と呼ぶ。また、RGB色空間における最外郭の信号値(R_c , G_c , B_c)のCIELab色空間における信号値を(L^*_c , a^*_c , b^*_c)とする。

【0026】さらにS16において、S15で求めたCIELab色空間における信号値(L^*_c , a^*_c , b^*_c)から色相角 h_c を算出し、この色相角 h_c と等色相の平面で、S11で定義した入力側ガマットを切断する。この切断面をLab等色相平面として定義する。

【0027】S15で定義したRGB等色相曲面とS16で定義したLab等色相平面によって補正前後の面が定義されており、これらとS13で定義した等彩度曲面によって、S17において補正方向及び補正移動量を算出する。なお、補正移動量は補正前後の面の間において任意に設定したり、あるいは、さらに色相の補正量を均等に加算あるいは減算してもよい。このようにして得られた補正方向及び補正移動量を、S12で変換したCIELab色空間における色信号(L^*_in , a^*_in , b^*_in)に対して適用し、第1の中間色信号に変換する。

【0028】なお、補正方向及び補正移動量は、予めRGB色空間あるいはCIELab色空間における複数の色信号値において算出し、RGB色空間の色信号あるいはCIELab色空間に変換した色信号と対応付けておくことができる。そして、実際にRGB色空間における色信号が入力されたときに、その色信号に近い1乃至複数の色信号に対応して保存しておいて補正方向及び補正移動量から補間演算などにより求めることができる。

【0029】具体例により上述の変換処理について説明する。図4は、入力側ガマットの一例を示す見下ろし図、図5は、RGB等色相曲面とLab等色相平面の一例の説明図、図6は、等彩度曲面の一例の説明図であ

る。図3に示した変換処理の一例において、S11で予め定義しておく入力側ガマットは、CIELab色空間においては図4に示すような形状を有している。図4では、L*軸の上から見下ろした入力側ガマットの形状を示しており、中心がL*軸である。

【0030】ここで、赤(R)について、太線で示した曲線がRGB等色相曲面を示し、直線がLab等色相平面を示している。RGB等色相曲面は、図2(A)に示した赤から白への直線が変換された曲線を含んでおり、図4では中心から赤(R)へ格子点を結んだ曲線を含む曲面となる。また、Lab等色相平面は、L*軸を通りa*-b*平面に垂直な平面となり、図4では中心から延びる直線として示される。

【0031】さらに図5では、等彩度曲面となる円柱面としてp、qの2つを示している。図5に示すような見下ろし図では、等彩度曲面p、qは円として示される。

【0032】これらを赤(R)におけるL*-C*断面で模式的に示すと、図5のようになる。図5に示すRGB等色相曲面からLab等色相平面への変換を行えばよいことになる。このようなRGB等色相曲面からLab等色相平面への変換方法として、ここでは彩度保存によって行っている。彩度を保存するときの変換面が等彩度曲面である。図5では、図4に示した等彩度曲面p、qについても示している。図5において、RGB等色相曲面と等彩度曲面との交点を○で、またLab等色相平面と等彩度曲面との交点を●で、それぞれ示している。

【0033】この等彩度曲面を模式的に示すと図6のようになる。●と○は図5と同様である。RGB等色相曲面と等彩度曲面との交線は曲線となり、Lab等色相平面と等彩度曲面との交線は直線となる。それぞれの色範囲内における対応付けを行うことによって、図6に矢印で示すように補正方向及び補正移動量を求めることができる。なお、色相によってはLab等色相平面まで補正しない方が視覚的に良好に再現される場合がある。このような場合には、図6において破線で示すように、補正移動量をLab等色相平面までの範囲で最適な補正移動量を設定すればよい。

【0034】このようにして、RGB等色相曲面からLab等色相平面への変換を行うことができる。なお、ここでは彩度を保存して変換を行ったが、これに限らず、種々の方法によってRGB等色相曲面からLab等色相平面への変換を行うことができる。

【0035】次に、中間色再現域補正部2については後述することとし、先に出力側色信号補正部3について説明する。出力側色信号補正部3は、入力側色信号補正部1とほぼ同様であり、装置非依存色空間から装置に依存した出力色空間への変換を行う。このとき、色相のひずみを考慮して変換を行うものである。図7は、出力側色信号補正部3における変換処理の一例の説明図である。出力色空間はY(黄)、M(マゼンタ)、C(シア

ン)、K(黒)の角軸から構成される4次元空間である。ここで、Y、M、Cの色成分が等割合の時及びK成分のみの時にグレーとなり、すべての成分が0のとき白、Kが100%あるいはY、M、Cが全て100%のとき黒となる。しかし、実際にはKが100%の時とY、M、Cが全て100%の時とは、明度が異なっていることが多い。このように出力側色空間は4次元であるが、出力された色を測色することによってCIELab色空間における色信号値を得ることができる。

【0036】ここで、例えば白からY(黄)成分のみを0~100%まで変化させ、そのときのCIELab色空間における色信号値を取得すると、図7(A)の楕円内の破線で示すような軌跡となる。すなわち、出力側ではY(黄)成分を変化させているだけであっても、CIELab色空間においては等色相とはならない。これはY(黄)成分に限られるものではなく、C、M成分についても同様であるし、これらの2次色、3次色についても同様である。図7(A)では、1次色と2次色について、CIELab色空間における色信号値を破線で示し、対応する等色相の面を実線で示している。

【0037】上述のように、Y(黄)成分のみを変化させるとCIELab色空間においては等色相とはならないが、逆に、CIELab色空間において等色相となるようにYMcK色空間における色信号を出力した場合、図7(C)に横縞や縦縞を重ねて示すように、例えば一部においてマゼンタが混入したりシアンが混入して黄色が濁ってしまう。このような色の濁りは、明度の高い黄色においては顕著であり、CIELab色空間において等色相だからといって知覚される色は等色相にはならない。単純にY(黄)成分のみを変化させれば、図7

(D)に示すように色濁りは発生せず、視覚的にも黄色のグラデーションを実現することができる。この違いは、図7(A)において破線と実線で示した色相のひずみによるものであり、図7(B)にY(黄)成分のみを拡大して示している。実線で示したCIELab色空間における等色相の黄色を、破線で示した色相のYMcK色空間における色信号に変換することによって、図7(D)に示すように、良好に黄色を再現することができる。もちろん、補正量は破線と実線の間で任意に設定して良い。

【0038】このように、例えば1次色については他の色成分が含まれない方が再現性がよいなどといった出力装置に特有の色再現特性が存在するため、CIELab色空間における等色相をそのまま出力するよりも、YMcK色空間における色歪みに合わせて色相をずらすことによって、色再現性を向上させることができる。出力側色信号補正部3は、このような色相のひずみを考慮した色空間の変換を行っている。

【0039】なお、出力側色信号補正部3で行う変換処理は、図3に示した入力側色信号補正部1で行う変換処

理の一例とほぼ同様であり、入力側色空間を出力側色空間とすればよい。そして、出力側ガマット、等彩度曲面、CMYK等色相曲面、Lab等色相平面を定義し、Lab等色相平面からCMYK等色相曲面への方で変換を行えばよい。このとき、彩度を保持して変換を行うものとして、等彩度曲面において決定される補正方向及び補正移動量に従って行えばよい。なお、補正移動量については視覚的に最適となるように設定すればよい。また、等彩度曲面において彩度を保持して変換するほか、種々の変換方法によってLab等色相平面からCMYK等色相曲面への変換を行うことができる。

【0040】また、このような補正方向及び補正移動量は、予めCMYK色空間あるいはCIELab色空間における複数の色信号値において算出し、CMYK色空間の色信号あるいはCIELab色空間に変換した色信号と対応付けておくことができる。そして、実際にCIELab色空間における第2の中間色信号をCMYK色空間における色信号に変換するとき、その色信号に近い1乃至複数の色信号に対応して保存しておいて補正方向及び補正移動量から補間演算などにより求めることができる。

【0041】最後に、中間色再現域補正部2について説明する。図8は、中間色再現域補正部2における色相変換処理の一例の説明図である。図8において、図2

(B)に実線で示した入力側色信号補正部1における変換後の第1の中間色信号について破線で示し、また図7

(A)に実線で示した出力側色信号補正部3における変換前の第2の中間色信号について実線で示している。図8を参照して分かるように、RGB色空間の色信号から変換したCIELab色空間における第1の中間色信号と、CMYK色空間の色信号へ変換するCIELab色空間における第2の中間色信号では、同じ色相を表しているはずの色信号が異なる色相角を有している。例えば第1の中間色信号におけるC(シアン)信号の色相角は196°程度であるが、第2の中間色信号におけるC(シアン)信号の色相角は240°程度である。従って、RGB色空間においてC(シアン)の色信号は、第1の中間色信号に変換後、そのままYMCK色空間における色信号に変換すると、C(シアン)の純色では色再現されないことになる。そのため、中間色再現域補正部2では、このような色相角の相違に従って、第1の中間色信号に対して色相の移動を行う。その移動量は、図8からも分かるように色相毎に異なっており、それぞれの第1の中間色信号の色相に応じて、色相の移動を行うことになる。なお、色相の移動量は、図8に破線と実線で示している範囲であれば任意に定めることができる。特に大きな色相の移動によって出力された色が視覚的に異なる場合には、色相の移動量がある程度抑えたとよい。

【0042】さらに中間色再現域補正部2は、入力側ガマットを出力側ガマットに合わせるためのガマットマッ

ピング処理を行う。例えば入力ガマットと出力ガマットの違いは、彩度方向に関しては図8において破線と実線の長さの違いとして現れている。実線の方が短い色については、入力側色空間において表現されている色が、出力側色空間では表現できない色が存在することを示しており、少なくとも出力側色空間で表現できない色信号については表現可能な色信号への変換が必要となる。もちろん、彩度のみに限らず、高明度の色あるいは低明度の色など、入力側色空間では表現可能であるが出力側色空間では表現できない色については、少なくとも変換処理が必要となる。

【0043】このガマットマッピング処理については、種々の手法が提案されており、本発明は公知の種々の手法を適用可能である。ここでは一例として、入力側ガマットに対して明度方向の修正を加えた後に、出力側ガマット内の色信号に変換する例を示す。

【0044】図9は、入力側ガマットに対する明度方向の修正処理の一例の説明図である。図中、破線は入力側ガマットを示し、実線は出力側ガマットを示している。まず、入力側ガマットにおける明度レンジ、すなわち明度の最大値から明度の最小値までを、出力側ガマットの明度レンジに合わせる。これによって、図9(A)に示す入力側ガマットは図9(B)に破線で示したようになる。

【0045】さらに、上述のようにして明度レンジの調整を施した後の入力側ガマットにおける最大彩度を有する点(CUSPi)の明度と、出力ガマットの最大彩度を有する点(CUSPo)の明度との差の範囲内で、所定の関数によって点(CUSPi)を調整して中間のガマットを設定する。例えば図9(B)に破線で示している色範囲から、最大彩度を有する点(CUSPi)の明度を調整し、図9(C)に破線で示している中間のガマットを設定する。

【0046】このようにして設定された中間のガマット内の色となるように、第1の中間色信号に対する明度補正を行う。この時行う明度補正の過程は、上述の中間のガマットの設定時の処理と同様であり、図9(B)に示すように明度方向の調整を行った後、最大彩度を有する点(CUSPi)の明度調整に従って変換処理を行えばよい。

【0047】このような明度補正処理により、第1の中間色信号は図9(C)に破線で示す中間のガマット内の色信号となる。この中間カラー画像信号に対して、ガマットマッピング処理を行う。図10は、ガマットマッピング処理の一例の説明図である。ここでは、基本的には線形圧縮法を用いることとし、出力側ガマットの最大彩度を有する点(CUSPo)の明度を境として高明度側では明度を保存して圧縮し、また低明度側では、所定の点(ここではCUSPoの明度を有するL*軸上の点)に向けて圧縮している。すなわち、高明度側では、等明

度の補正後の入力ガマットの表面の色と出力ガマットの表面の色の彩度の比（ L_{out}/L_{in} ）によって、補正後の第1の中間色信号を出力ガマット内の第2の中間色信号に圧縮する。また、低明度側では、目標点を通る直線上の補正後の入力ガマットの表面の色と出力ガマットの表面の色の彩度の比（ L_{out}/L_{in} ）によって、補正後の第1の中間色信号を出力ガマット内の第2の中間色信号に圧縮する。この例では、出力ガマットの方が広いので、高彩度の色に変換されている。このように高明度側と低明度側とで異なる圧縮方法でガマットマッピング処理を行うことによって、高明度色については明度を低下させずに圧縮し、低明度色についてはある程度の彩度を保存して圧縮することができる。

【0048】図10に示した例では線形圧縮法を用いる例を示したが、例えば出力側ガマット内の色については変更せず、出力側ガマット外の色については色差が最小となる出力側ガマットの表面の色にマッピングする色差最小法を用いるなど、各種の既存の圧縮方法を用いることが可能である。

【0049】以上、各部について詳述した。これらを図1に示すように連続して行うことによって、入力側色空間における色信号が示す色を忠実に出力側色空間において再現することが可能になる。例えばRGB色空間においてR成分とG成分が等量ずつの黄色は、入力側色信号補正部1においてRGB色空間における色相のひずみが除去されたCIE L*a*b色空間における第1の中間色信号に変換される。そして、その第1の中間色信号は、中間色再現域補正部2において、CMYK色空間におけるY（黄）の色相角となるように色相調整が施された後に出力側ガマット内の色となるようにガマットマッピング処理が施され、第2の中間色信号となる。さらに出力側色信号補正部3において、第2の中間色信号について、CMYK色空間における色相のひずみを考慮して、CMYK色空間における色信号に変換する。これによって、出力側色空間ではY（黄）成分のみの画像となり、色濁りなどを排除した良好な色再現を実現することができる。もちろん、混色によって良好な色再現を実現する場合もあり、その場合の調整についても各部における変換量などによって行うことができ、全体として良好な色再現を実現することができる。

【0050】上述の説明では、入力側色空間としてRGB色空間、装置非依存色空間としてCIE L*a*b色空間、出力側色空間としてCMYK色空間をそれぞれ想定

した。しかし本発明はこれに限られるものではなく、入力側色空間及び出力側色空間についてはそれぞれ入力側機器及び出力側機器に応じた色空間とすることができる。また装置非依存色空間についても、入力側色空間及び前記出力側色空間のいずれにも変換可能であって、装置に依存しない色空間であればどのような色空間であってもよい。

【0051】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、入力側の色空間及び出力側の色空間における色相のひずみを補正するので、出力側の機器において視覚的に好ましい色再現を得ることができる。また、黄色などの混色による濁りについても除去することができ、純色によって良好な色再現が可能となる。さらに、入力側の色空間及び出力側の色空間における色相のひずみの補正処理を、それぞれ前段及び後段において別々に行うことによって、このような色変換処理を単純化することができ、簡易に良好な色再現を実現することが可能になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】 入力側色信号補正部1における変換処理の一例の説明図である。

【図3】 入力側色信号補正部1で行う変換処理の一例の説明図である。

【図4】 入力側ガマットの一例を示す見下ろし図である。

【図5】 RGB等色相曲面とL*a*b等色相平面の一例の説明図である。

【図6】 等彩度曲面の一例の説明図である。

【図7】 出力側色信号補正部3における変換処理の一例の説明図である。

【図8】 中間色再現域補正部2における色相変換処理の一例の説明図である。

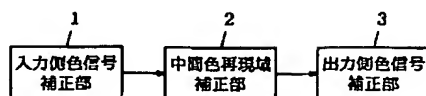
【図9】 入力側ガマットに対する明度方向の修正処理の一例の説明図である。

【図10】 ガマットマッピング処理の一例の説明図である。

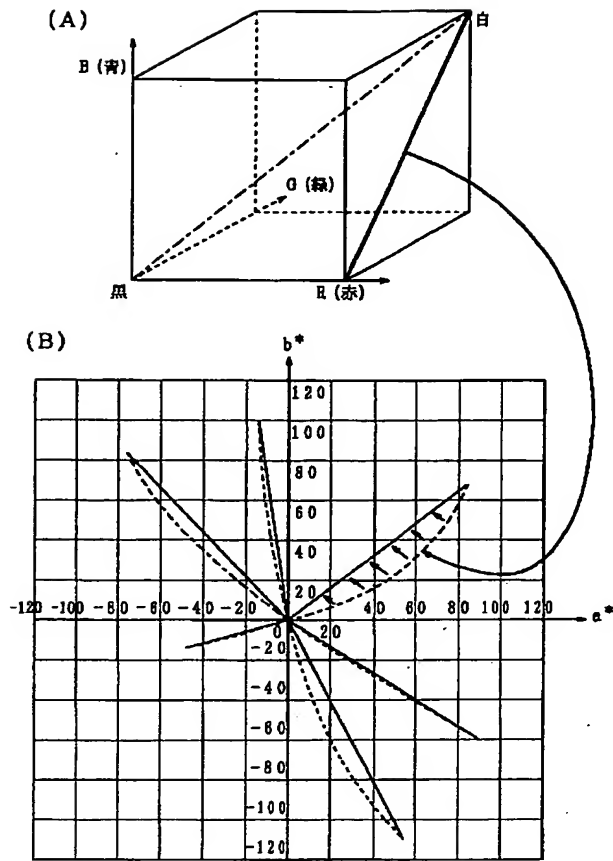
【符号の説明】

1…入力側色信号補正部、2…中間色再現域補正部、3…出力側色信号補正部。

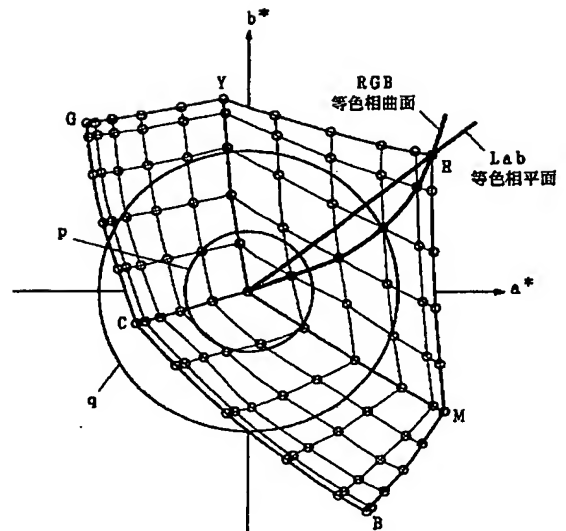
【図1】



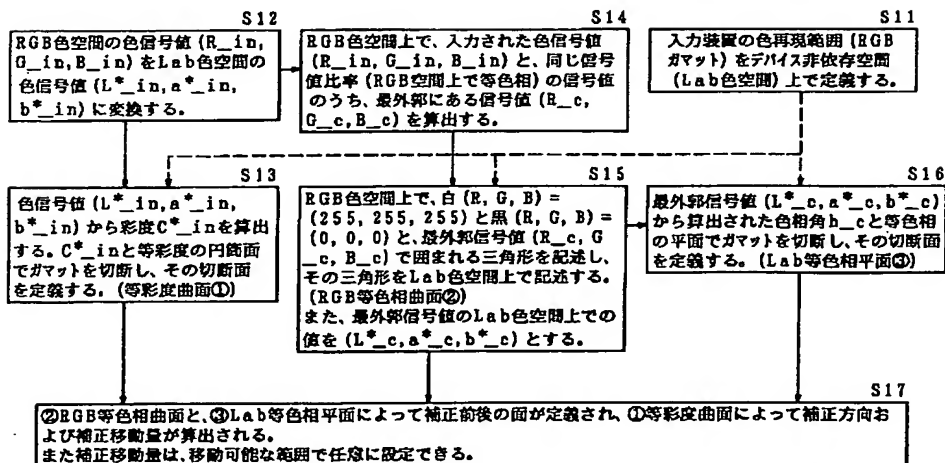
【図2】



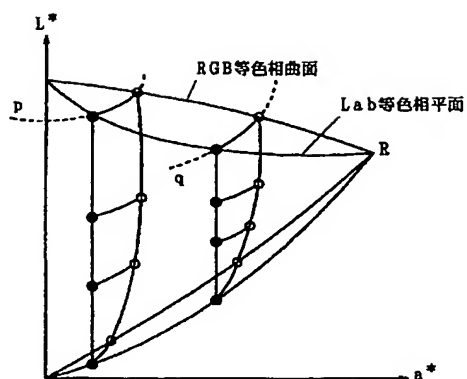
【図4】



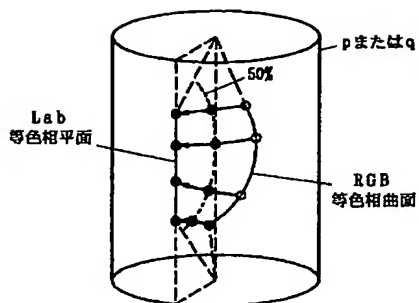
【図3】



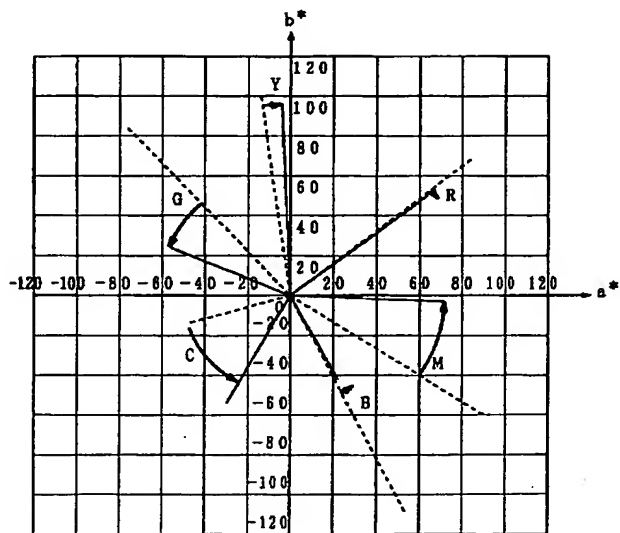
【図5】



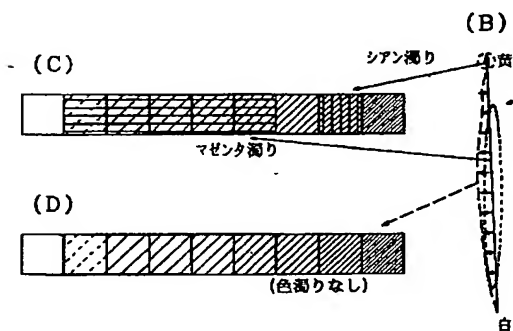
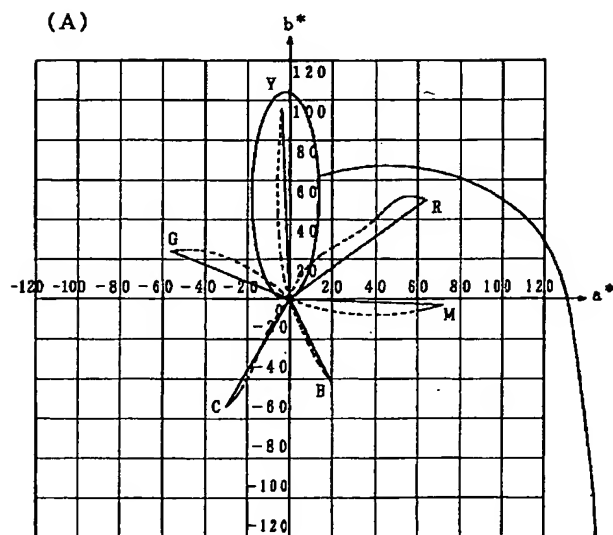
【図6】



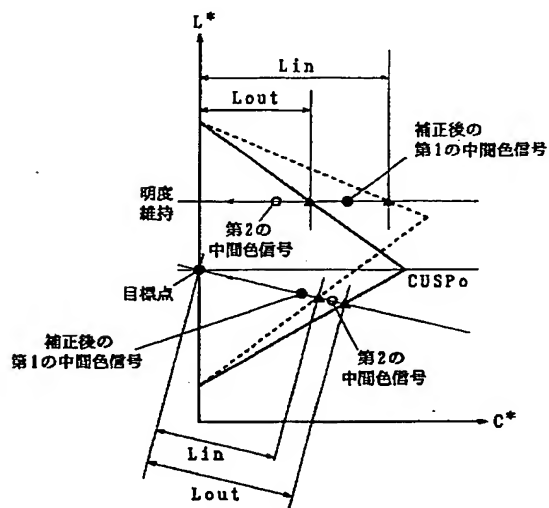
【図8】



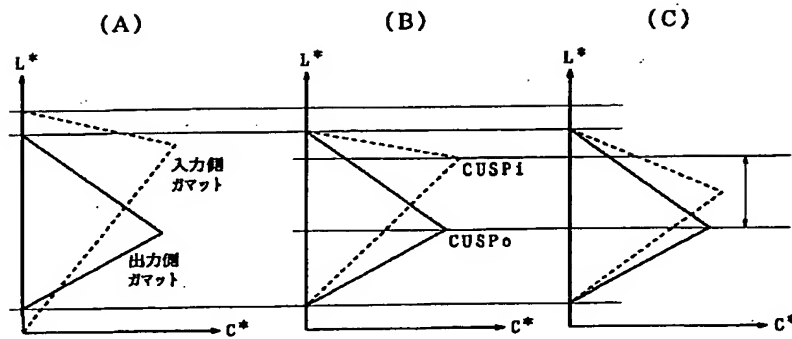
【図7】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 AA11 CA01 CA08 CA12 CA16
 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01
 CE17 CE18 CH08
 5C077 LL19 PP31 PP32 PP33 PP36
 PP37 PQ12 SS01 SS06 TT02
 5C079 HB01 HB03 HB06 HB08 HB11
 LB02 MA11 NA03 NA06 NA27
 PA03 PA05